

行政情報

ICT が同時に学べる無人化施工訓練

地域防災力の向上を目指して

堤 宏 徳

国土交通省九州地方整備局では、平成 27 年度から九州地方整備局管内各事務所の維持・災害協定企業等を対象として無人化施工訓練を実施している。本訓練は、実際に遠隔操作方式の建設機械を使用して掘削などの作業をするとともに、最新の ICT 建設機械を操作し最新技術を体験することが可能である。無人化施工訓練を通じて、災害時の対応と同時に最新の建設技術を紹介し「ワクワクする未来の現場」をコンセプトに将来の現場の可能性を示した。

キーワード：無人化施工, i-Con, ICT 施工, 防災, 働き方改革, 生産性向上

1. はじめに

火山噴火時に発生が想定される火山災害をできる限り軽減（減災）するために緊急時に実施する火山対策（ハード面及びソフト面）のうち、国及び都道府県の砂防部局が実施する対策を「火山噴火緊急減災対策砂防計画」として策定している。一方、地震や集中豪雨等による自然災害発生時は、被害の拡大防止や軽減を図るため初動対応が重要である。

しかし、火山噴火時の緊急対策工事や大規模な斜面崩壊現場での初動対応は危険な現場条件が多く、作業員の安全に配慮した施工方法を採用することを基本としており、その中でも特に無人化施工は有効な手段である。平成 28 年熊本地震における阿蘇大橋地区の崩壊地においても無人化施工を用いた対策工事が実施された。

また、我が国は少子高齢化社会を迎え、現在、建設現場で働いている技能労働者約 340 万人（2014 年時点）のうち、約 1/3 にあたる約 110 万人が今後 10 年間で高齢化等により離職する可能性が高いことが想定されている。労働力の大幅な減少が避けられない建設産業において、無人化施工や ICT の全面的な活用により、これまで人が行っていた危険の伴う作業や厳しい環境で行う作業などが軽減され安全性が向上するとともに、施工時期の平準化や建設現場の生産性向上により、十分な休暇の取得や賃金水準が向上し、建設現場の仕事がこれまでよりもさらに魅力的になっていくことを打ち出し、若者や女性、高齢者など多くの方々に建設産業を目指してもらえようとする必要がある。

このような状況を踏まえ、不足している無人化施工に対応可能なオペレーターや無人化施工に必要な不可欠な ICT 施工に対応可能な人材の育成を目的に、九州地方整備局管内各事務所の維持・災害協定企業等を対象とした無人化施工訓練を実施した。

2. 今までの取り組み

無人化施工訓練は平成 27 年度から実施しているが、平成 28 年度より遠隔操縦式バックホウの待ち時間を利用して ICT 建設機械の体験を開始し、無人化施工と ICT が同時に学べる取り組みとして平成 29 年度までに延べ 830 人（見学者含む）が受講した。

平成 27 年度は福岡及び佐賀県内の直轄 6 事務所における維持・災害協定企業等の現場代理人及びオペレーター計 85 人を 2 日間に分け遠隔操作訓練及び座学を福岡県久留米市の九州技術事務所で行った。平成 28 年度は福岡及び佐賀県以外の直轄事務所における維持・災害協定企業等を対象として遠隔操作訓練及び座学を行うとともに、ICT 体験コースを新設し、4 日間計 301 人の参加であった。平成 28 年度までは福岡県久留米市にある九州技術事務所のみで実施していたが、九州南部からは長時間の移動が伴うため九州南部で開催してほしいとの要望にお応えし、平成 29 年度から初めて鹿児島市の桜島で開催した。訓練は①初心者オペレーターコース、②初心者現場代理人コース、③初心者 ICT 体験コース、④初級者コース（桜島のみ）の 4 コースを準備し、毎日同じプログラムで桜島 3 日間、九州技術事務所で行った。合計 7 日間の

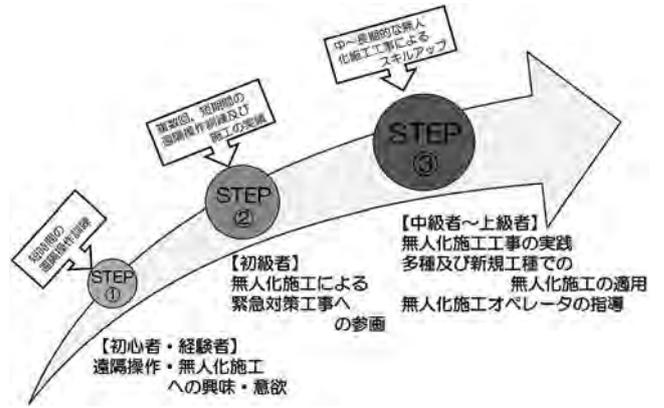
訓練で、訓練参加者が355名、見学者89名の合計444名、マスコミ取材14社と全国最大規模の訓練となった。

3. 無人化施工訓練の位置づけ

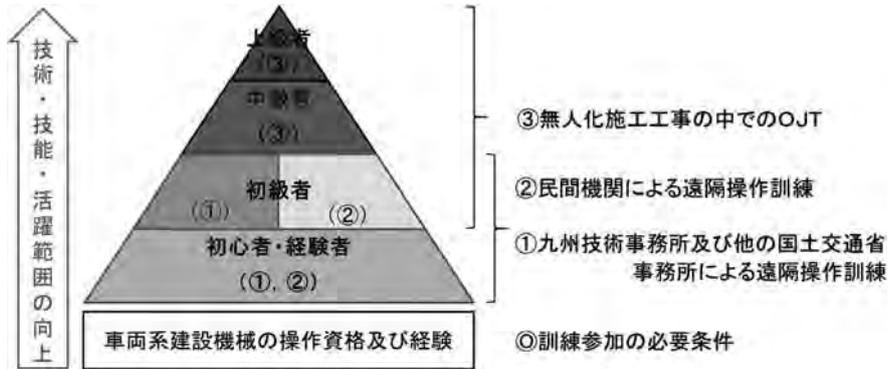
無人化施工訓練の規模が大きくなり、関係者が多くなればなるほど訓練を実施することが目的となり、目的を見失うことが少なくない。そこで本訓練では関係者全員が「誰のために」「何のために」訓練を実施しているのかを確認し共通の目的を共有することを図った。

無人化施工に従事するオペレーターの技能区分と訓練実施機関のイメージを図一に示す。技術、技能、活動範囲を向上させるためには、ピラミッドの頂点を引き上げるとともに下を支える土台を大きくしないと

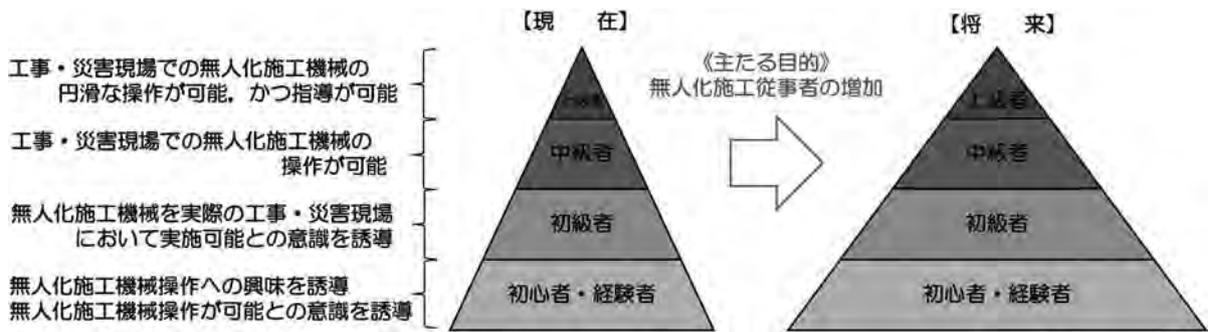
安定的なサービス提供と技術提供が出来ない（図一2参照）。本訓練は土台部分を大きくする目的で実施しており、頂点の引き上げは実際の施工での技術開発が



図一3 必要な技能のステップアップ



図一1 訓練実施機関のイメージ



図一2 無人化施工訓練の段階的イメージ



写真一1 新型把持装置による大型土のう設置（左）と根固めブロック設置（右）

担うことを期待する。本訓練は初心者及び初級者を対象としており、無人化施工に興味がある技能者が初めて遠隔操縦建設機械を操作する段階を初心者として位置づけ、図-3に示すステップアップにより写真-1に示す根固めブロックを設置するまでを初級者とし、それ以上は実際の無人化施工工事の中で実施するOJT(オン・ザ・ジョブ・トレーニング)を基本とした。

4. 訓練準備

(1) スケジュール設定

訓練開催までのタイムスケジュールを図-4に示す。訓練には無償で参加する展示企業を含め日本中を飛び回る全国トップクラスのスタッフが参加するため、可能な限り早期に開催時期を決定するとともに、訓練

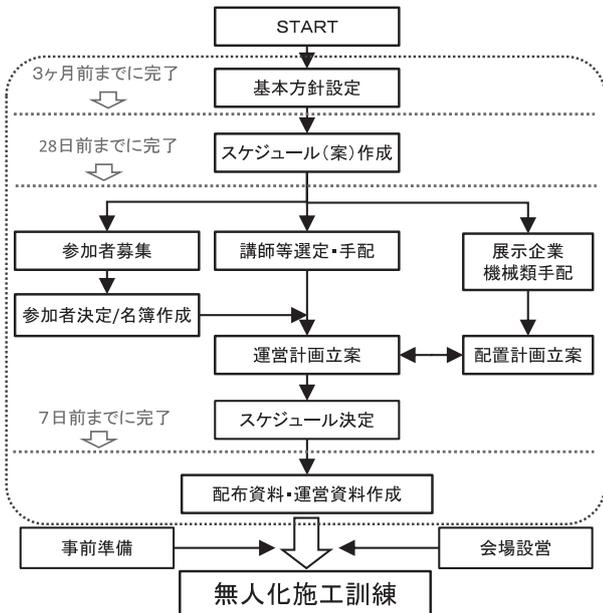


図-4 訓練開催までのタイムスケジュール

参加者数に合わせて開催期間を設定することとした。訓練参加者の募集は開催期間を設定するための1次募集と訓練参加者を登録する2次募集に分けて参加希望を調査した。その結果、参加者数に合わせて開催期間を調整するため効率的に訓練を実施することが可能となり、無償で参加する展示企業も無駄なく試乗体験が出来るため費用対効果が向上することとなった。

(2) 訓練基本方針設定

訓練には無償で参加する展示企業を含め多くのスタッフが参加するため、訓練そのものの目的を初参加するスタッフ間で共有しないと参加者の満足度を向上させることは出来ない。そこで平成29年度からの無人化施工訓練は図-5に示す枠組みで実施内容を整理した。

訓練は、災害対応を想定し遠隔操縦式バックホウを周辺から直接目視しながら操作する「直接目視方式」及び離れた箇所からバックホウや周辺に設置されたカメラ映像を見ながら操作する「モニター方式」による操作訓練を実施した。

i-Con体験は、i-Constructionの拡大を目指し、無人化施工に不可欠であるICT建設機械の最新機種体験やVR(拡張現実)による危険予知など現場で困っている問題を解決するヒントを紹介した。なお、i-Con体験は民間企業が無償で参加することを基本とした。

以上の考え方に基づき継続的な訓練実施を目指し以下の基本方針で開催することとした。

- ①無償で参加する訓練参加者が訓練を十分に楽しみ、また参加したいと前向きに感じる訓練にする。
- ②無償で参加する展示企業が訓練の有効性を十分に認識し、次年度も参加したいと思う訓練にする。

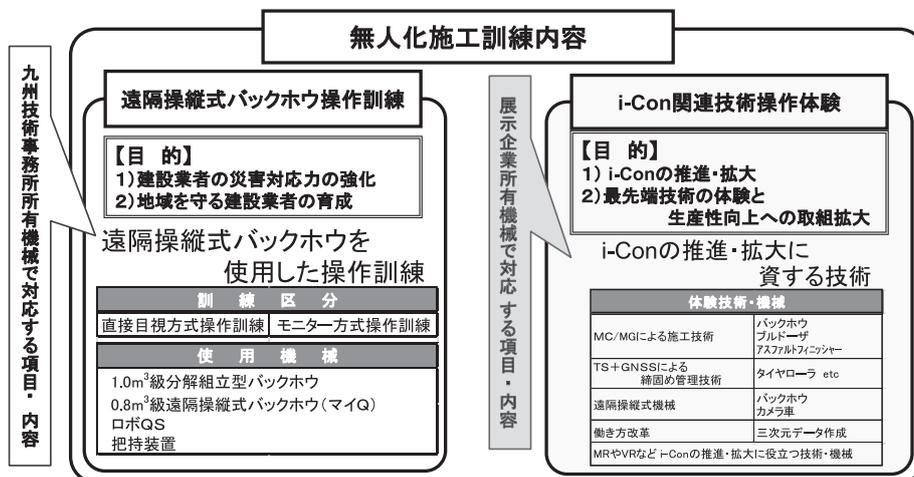


図-5 無人化施工訓練の枠組み

③訓練をオペレートする事務局が訓練の必要性を十分に認識し、次年度も開催しなければならないと思う訓練にする。

訓練参加者、展示企業、事務局がそれぞれの立場で継続的かつ意欲的に取り組むことが出来る状況を創出することを基本方針とし、訓練に直接携わった方だけでなく、各組織として継続的に参加可能になることを目標とし「3方よし」に取り組んだ。

5. 平成 30 年度無人化施工訓練

平成 30 年度の訓練内容を表一に示す。

平成 30 年度から ICT 建設機械の待機時間を最小限とし効率的に訓練を実施するため、過年度の訓練や実際の現場で遠隔操縦式建設機械を既に操作したことがある方は安全に関する座学を受講しなくて良い「経験者コース」を新設した。

また、政府全体で取り組んでいる働き方改革を推進するため、「働き方改革実践コース」を新設した。具体的には、現場事務所内の内業の効率化による生産性向上を図るため、①書類作成・管理を簡単にするツール、②情報・データを共有するツール、③ ICT 建設機械を上手に使うツールについて、実際パソコンを操作しながらツールの便利さを実感する内容とした。これにより、建設機械を中心とした外業での生産性向上と最新のソフトを活用した内業での効率化による生産性向上の両方を学べるようになった。

さらに、丸1日の訓練には参加できないが無人化施工の様子や最新の ICT 建設機械を見てみたいという方々のために「見学コース」を設定し、主に行政機関をターゲットに操作体験は出来ないが2時間という短時間で訓練内容を知ることが出来る内容とした。これ

により、災害発生初動期に現場で提供できる無人化施工の内容について行政機関に理解していただくとともに、i-Construction への取り組みが遅れている地方公共団体が最新の ICT 建設機械の能力を知ることが出来るため、i-Construction への取り組みを強化するきっかけになることを期待している。

訓練は運営スタッフの負担を軽減するため毎日同じプログラムとし、福岡県久留米市の九州技術事務所平成 30 年 10 月 16 日～19 日の4日間開催した。また、鹿児島市の桜島で平成 30 年 11 月 13 日～15 日の3日間開催予定である。既に終了した久留米会場では訓練参加者 298 名、見学者 134 名の参加があり、鹿児島会場では訓練参加者 150 名、見学者 47 名の参加予定である。合計 600 名を超える予定であり全国最大規模の訓練となった。

6. 生産性向上の取り組み

(1) 事前調査による訓練参加者概数把握

訓練を実施するにあたり日時と場所を決めてから募集すると定員の過不足が生じやすく十分な訓練が出来ない可能性がある。そこで、本訓練では実施の3ヶ月前を目処に訓練場所と訓練時期を決定し、九州地方整備局管内の各事務所を經由して訓練対象者である維持・災害協定企業等に案内し、会場ごとに各コースの参加希望者を概数で把握した。その結果に基づき、訓練実施日の決定、事務所ごとの訓練日の割り当て及び各コースごとのカリキュラムを設定した。

(2) フローチャートによるコース選択

平成 27 年の訓練開始当初はオペレーターコースのみで訓練参加者がコースを選択できる仕組みはなかつ

表一 平成 30 年度無人化施工訓練実施内容

対象者	コース区分		対象者	実施会場
オペレーター	①	初心者コース	初めて無人化施工訓練に参加されるオペレータ	久留米会場 桜島会場
	②	経験者コース	過去の訓練に参加した経験のあるオペレータ	久留米会場 桜島会場
	③	初級者コース	過去の訓練への参加又は実施工の経験があり、腕に覚えのあるオペレータ	桜島会場
現場代理人 監理技術者	④	ICT 体験 (初心者) コース	ICT 機械に興味があり、初めて参加する現場代理人等	久留米会場 桜島会場
	⑤	ICT 体験 (経験者) コース	ICT 機械に興味があり、過去の訓練に参加した経験のある現場代理人等	久留米会場 桜島会場
	⑥	働き方改革実践コース	内業をさっさと片づけて、早く帰りたい/休日出勤をやめたい現場代理人等	久留米会場
その他	⑦	見学コース	無人化施工や最新の ICT 機械を見てみたい方	久留米会場 桜島会場

たが、平成 28 年には 3 コース、平成 29 年には 4 コースとコース数が増え、平成 30 年には 7 コースと複雑となり、訓練参加者がどのコースを選ぶか分かりにくくなった。そこで、図-6 に示すコース選択用のフローチャートを作成した。これにより、参加者の訓練目的とカリキュラムが一致するように工夫した。

(3) 訓練参加者による名札作成など

訓練当日の受付状況を写真-2 に示す。訓練参加者は各自で現場を抱えており急に参加できなくなったり参加者の変更が生じる。そこで、訓練参加者の名札を事務局が事前に準備するのではなく、当日訓練参加者が自ら手書きで作成し、配付資料も自ら順番に取ることにした。これにより、事務局の準備を最小限にす

るとともに、参加者自らが受け身の体勢ではなく主体性を持って訓練に参加する意識付けを行った。

(4) 班編制による訓練実施

毎日同じ訓練内容であり回数を重ねるごとに運営は効率的となるが、1日あたりの最大 83 名の訓練参加者を受け入れる必要があった。そこで、混乱なく運営するため班編制による班ごとの行動とした。また、所属している班と個人を識別するため班ごとに色分けした腕章を着用させた。加えて各班には事務局から案内役となるリーダーを配置し、訓練場所への案内とともに訓練参加者から感想を聞き取り翌日の訓練内容に反映した。これにより、コース数が多岐にわたり建設機械が複雑に配置されているにもかかわらず混乱なく訓

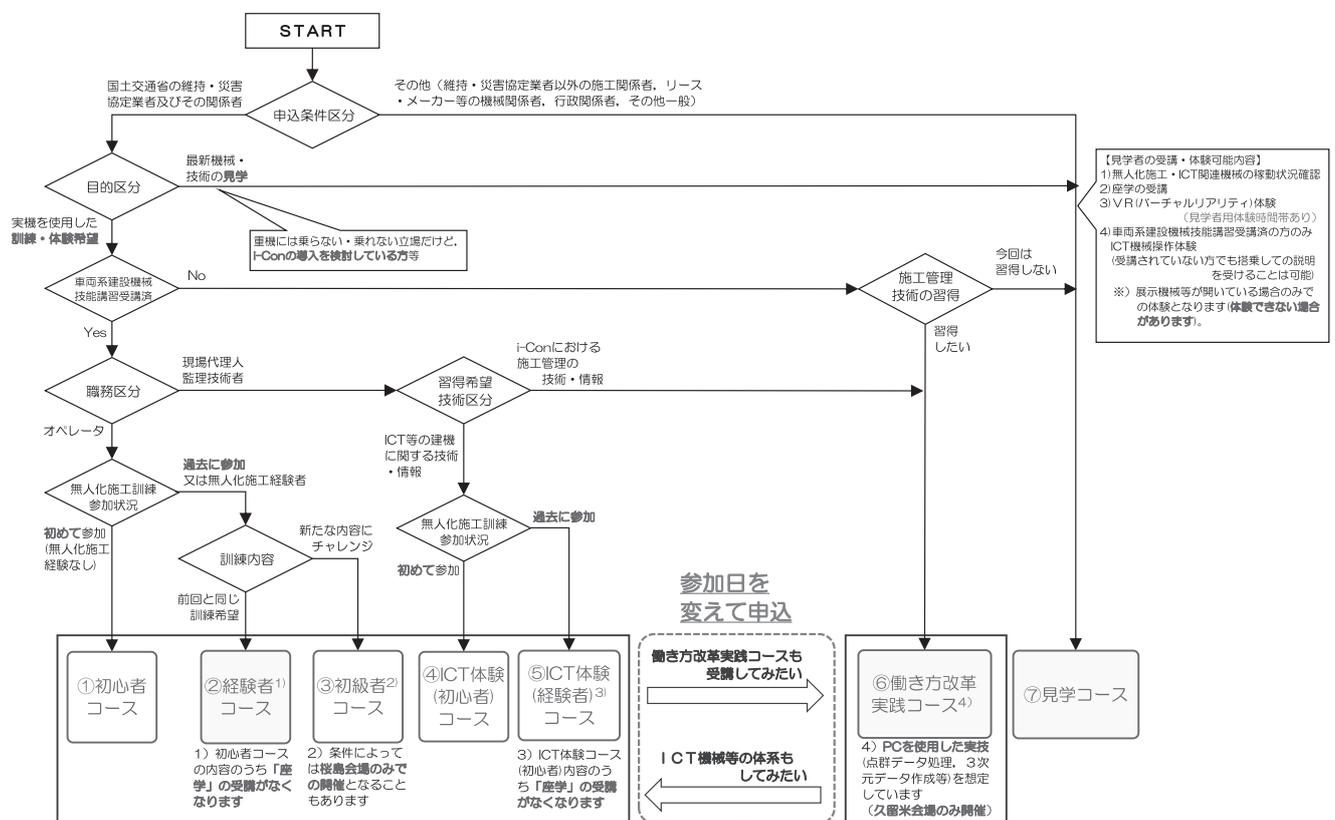


図-6 受講コース選択用フローチャート



写真-2 無人化施工訓練当日の受付状況

練を運営することが出来たとともに、各班のリーダーが参加者のニーズを把握し翌日以降の訓練内容を改善することで参加者の満足度を向上することが出来た。

(5) 「楽しい」を体感

訓練参加者はカリキュラムに沿って無人化施工機械をリモコンで操作し、実際に土を掘削したり斜面を走行することで無人化施工機械特有の感覚を覚え、数多くの最新型 ICT 建設機械に搭乗し操作することで最先端の技術を体感することが出来た。訓練には複数の建設機械メーカーが最新機種を持ち込んでおり、訓練の中で一度に複数メーカーの最新機種に試乗し法面を削るなどできるので予想以上の体験をすることとなり訓練参加者の満足度が向上し「また参加しよう」との気持ちになることを期待した。

(6) 訓練参加者へのインセンティブ付与

訓練参加者に対して事務局から日当などは支払っていないため、会社として丸1日訓練に費やしてもメリットがないと参加者が減少する。そこで、平成29年度より訓練参加者には国土交通省九州技術事務所長名で「受講修了書」を発行した(写真—3参照)。また、(一社)全国土木施工管理技士連合会にカリキュラムを登録し希望者には最大7ユニットのCPDSを交付した。これにより訓練参加者のメリットが増大し、年々訓練参加者が増加している。

(7) 新規コース追加による生産性向上

複数年連続して訓練を実施すると訓練内容に新規性



写真—3 受講修了書

が少なく参加者が年々減少していく傾向がある。そこで、新規コースを追加し訓練参加者が減少しないように工夫した。具体的には、会場の都合上桜島会場ではあるがオペレーターを対象に「初級者コース」を追加し、新型把持装置を使用したブロック積みを遠隔操縦式バックホウで行った。また、座学を受けずに建設機械に搭乗できる「経験者コース」や政府全体で取り組んでいる働き方改革の具体的手法を学ぶ「働き方改革実践コース」、丸一日は参加できない方のために2時間で見学のみを行う「見学コース」を新設した。

これにより、参加者の減少を防ぐとともに建設機械の稼働時間を少しでも多くし、訓練全体の生産性向上を図った。

(8) 働き方改革実践コース

働き方改革は多様な働き方を可能とする社会を目指し政府全体で取り組んでいる施策である。建設業界でも取り組みを求められており、i-Construction をはじ

表—2 働き方改革実践コースで実施する内容 (その1)

目 標	方 針	課 題	課題解決方法例	働き方改革実践コースでの対応内容
早く帰りたい 土日に休みたい	効率的に 仕事を行い、生産性 を向上させる	1) 昼間は、施工現場と事務所を行ったりきたりで、時間ロスが大きい	【現場から事務所に戻る回数を低減する】 ・データー式を現場に持っていく ・同じ図面を見ながら、離れた場所の職員の意見を聞く	○
			【事務所から現場に行く回数を低減する】 ・カメラによる作業状況の監視 ・IoTによる作業員の健康管理の把握	展示予定
		2) 書類関係の作成時間が長い書類が多く、何処にデータがあるか等の管理に時間を要する	【提出書類の】 ・ワード、エクセル等の複数のソフトで作成したデータをひとつのファイルに統一する ・紙ベースに打ち出すことなしに、書類をやり取りする	○
			【施工管理・出来形管理】 ・三次元データを使用したヒートマップ/帳票等の作成	○
		3) 三次元データを作成・修正できるようになれば、自分達のベースで仕事をこなせる	・ドローンによる空中写真の取得する	-
			・点群データの作成及び利用する	○
	・二次元データから三次元データの作成を効率よく行う	○		
	・三次元データによる合理的な施工管理/出来高管理を行う	○		

“書類作成・管理を簡単にするツールの体験”



- 複数のソフトで作成した文書を統一して書類を作成
- 紙ベースへの出力をせずに、メールなどで提出可能
- 便利な機能を使用して文書・書類の作成時間の短縮化

“情報・データを共有するツールの体験”



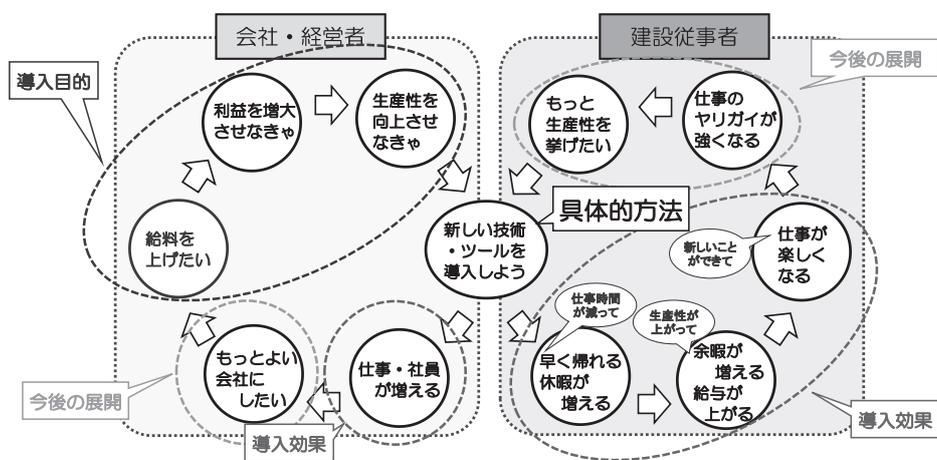
- クラウドを使用し、関係者間で情報・データを共有
- 電子化したデータをタブレットで閲覧（現場へはタブレットのみ）
- 施工現場と現場事務所との往復を低減可能

“ICT建機を上手に使用するツールの体験”



- 三次元データの作成のコツを習得して、作業時間の短縮化
- 点群データ三次元データの作成・処理
- 三次元データを利用した出来高管理

図一七 働き方改革実践コースで実施する内容（その2）



図一八 働き方改革実践コースが期待する好循環イメージ

めとして様々な取り組みがなされている。無人化施工訓練の中でも i-Construction の取り組み強化を図るため平成 28 年から ICT コースを新設し ICT 建設機械の体験を始めた。しかし、外業での効率化は図れても長時間労働の原因となっている内業部分の生産性を向上しないと目的を達成することは出来ない。そこで、平成 30 年度からは「働き方改革実践コース」を新設した。コース内容を表一 2 及び図一 7 に示す。これにより、働き方改革に取り組み図一 8 に示す好循環が各企業に訪れることを期待したい。

7. 役割分担による「3方よし」展示企業の協力

訓練参加者が使用する機械は九州技術事務所が所有する無人化施工機械以外は各展示企業が準備している。展示企業は無償で最新の VR 機器や ICT 建設機械を持参しており、重機運搬費や説明スタッフもすべて無償である。各展示企業はより多くの方に自社の最新技術を体験して欲しいとの気持ちで参加しており、

事務局も無人化施工機械の搭乗待ち時間を有効に活用するため訓練参加者が各展示ブースに行けるように工夫した。

事務局の運営を担っているのは九州技術事務所から委託を受けた建設コンサルタントが主であり、国土交通省職員は、開会式閉会式あいさつ 1 名、総合調整 1 名、安全管理 1 名、取材対応 1 名、国土交通省保有建設機械の準備及び指導 2～3 名の 7 名程度の人員であり、アウトソーシングを徹底することによりこの規模のイベントとしては少ない人数で実施することが出来た。職員が減少する中、持続可能な体制を構築している。

訓練参加者が満足することと合わせて、展示企業、訓練事務局がみんなでお互いに満足する「3方よし」を得ることが出来た。

8. 継続的に実施する改善

平成 30 年度で 4 年目の開催となるが、さらなる生産性向上を目指して継続的な改善を図っている。近年の大きな改善点を紹介する。

(1) 訓練会場追加

平成 28 年度までは福岡県久留米市にある九州技術事務所のみで開催したが、九州南部からの参加は早朝に出発し深夜に帰宅するという強行軍であった。そこで、平成 29 年度から九州南部からの訓練参加者増加や訓練参加者の負担軽減のために鹿児島県鹿児島市の桜島でも開催した。

(2) 訓練開催間隔調整

平成 29 年度は九州内北と南の 2 箇所で開催したため、建設機械の移動効率を重視し 2 週間連続で開催したが、展示企業のスタッフが 2 週間連続の出張となり通常業務に支障が出るといった苦情があった。そこで、平成 30 年度からは久留米会場を 10 月に開催し、桜島会場を 11 月に開催し、最低 3 週間のインターバルを設けることとした。

(3) 訓練時間設定

平成 29 年度までは多くの訓練生を受け入れるため建設機械の操作を一人あたり 5 分に制限していたが、訓練生から時間が短すぎるとか展示企業から時間が短く説明がおろそかになるとの批判があった。そこで、平成 30 年度からは 1 機械あたり 1 人 10 分の操作時間を確保し、待ち時間は建設機械以外の展示を見る時間として訓練の効率化を図った。

(4) 受講済カード導入

平成 30 年度久留米会場では、建設機械操作時間を 1 機械あたり 1 人 10 分としたため建設機械以外の展示を見る時間が長くなった。時間が余らないように展示ブースも 10 ブースと多く準備したため、訓練生がどの展示ブースが終了したか分かりにくくなった。そこで、11 月に開催する桜島会場では各ブースでスタ

ンプかシールを準備し、スタンプカード方式でより多くの展示ブースを回ったことが確認できる方式に改善する予定である。

9. おわりに

日本は人口減少時代を迎えている。十年後に控える労働力不足に備えた、建設現場の生産性向上や働き方改革に取り組まなければならない。i-Construction は「建設工事を最先端の工場へ」「建設現場へ最先端のサプライチェーンマネジメントを導入」及び「建設現場の 2 つの「キセイ」打破と継続的な「カイゼン」の 3 つの視点で進めており、「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」、「全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化等)」、「施工時期の平準化」をトッランナー施策として取り組んでいる。

無人化施工訓練を通じて、最新の建設技術をより現場に近い方々に体験する機会を提供し、「きつい」「きかない」「きけん」の 3K を、「休暇」「給料」「希望」の新 3K に変えるべく、今後も取り組んでいきたい。

謝 辞

最後に、無人化施工訓練の運営を中心的に実施し連日 15 名を超えるスタッフを派遣していただいた建設コンサルタントの方々を始め、訓練参加者の方々、展示企業の方々に謝意を表したい。

JICMA

[筆者紹介]

堤 宏徳 (つつみ ひろのり)
国土交通省九州技術事務所
火山防災減災課長

